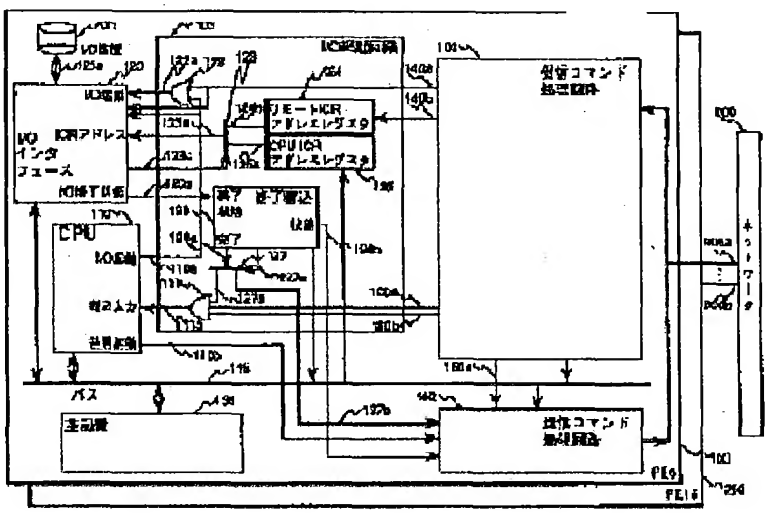
Home List ☐ Include

MicroPatent® PatSearch FullText: Record 1 of 1

Search scope: JP ; Full patent spec.
Years: 1995-2003
Text: Patent/Publication No.: JP10021203



Order This Patent | Family Lookup | Find Similar | Legal Status

Go to first matching text

JP10021203 A
ACCESS METHOD FOR I/O DEVICE AND MULTIPROCESSOR SYSTEM FOR THE SAME
HITACHI LTD
Inventor(s):TARUI TOSHIAKI ;KITAI KATSUYOSHI ;MASHEL FREDERICO ;HIGUCHI TATSUO ;MURAHASHI HIDEKI
Application No. 08176863 JP08176863 JP, Filed 19960705,A1 Published 19980123

Abstract: PROBLEM TO BE SOLVED: To access an I/O device in another processing element(PE) without the intervention of the PE.

SOLUTION: A file system of an access-source PE issues an I/O instruction specifying an I/O control code, a device driver sends a command requesting the execution of I/O operation that the instruction requests to an access-destination PE through a network 900 if an I/O device that the instruction requests is at another PE. At the access-destination PE, a receive command processing circuit 101 and an I/O actuating circuit 103 generates an I/O control record for performing the I/O operation at the request without the intervention of an OS and actuates an

I/O interface circuit 120. After this command is executed, a transmit command processing circuit 102 returns a return command corresponding to the command.

Int'l Class: G06F015163;

Patents Citing this One: No US, EP, or WO patents/search reports have cited this patent.

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平10－21203

(43)公開日　平成10年(1998)１月23日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ		技術表示箇所
Ｇ０６Ｆ　15/163			Ｇ０６Ｆ　15/16	３２０Ｓ	

審査請求　未請求　請求項の数14　ＯＬ　（全 17 頁）

(21)出願番号　特願平8－176863

(22)出願日　平成８年(1996)７月５日

(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目６番地

(72)発明者　垂井　俊明
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者　北井　克佳
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者　マシエル・フレデリコ
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人　弁理士　高橋　明夫

最終頁に続く

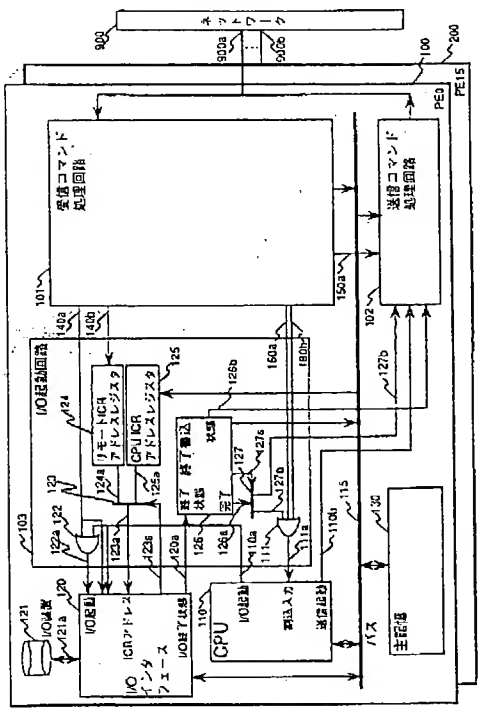
(54)【発明の名称】　Ｉ／Ｏ装置のアクセス方法およびそのためのマルチプロセッサシステム

(57)【要約】　(修正有)

【課題】他のＰＥのＯＳの介入を経ないでそのＰＥ内のＩ／Ｏ装置をアクセスする。

【解決手段】アクセス元ＰＥのファイルシステムが、Ｉ／Ｏコントロールレコードを指定するＩ／Ｏ命令を発行し、デバイスドライバは、その命令が要求するＩ／Ｏ装置が他のＰＥにあるときには、その命令が要求するＩ／Ｏ動作の実行を要求するコマンドをネットワーク９００を介してアクセス先のＰＥに送信する。アクセス先のＰＥでは、受信コマンド処理回路１０１とＩ／Ｏ起動回路１０３とが、この要求に応答してこのＩ／Ｏ動作を実行するためのＩ／Ｏコントロールレコードを０Ｓの介入を得ないで作成し、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０を起動する。このコマンドの実行後に、送信コマンド処理回路１０２はこのコマンドに対する返信コマンドを返送する。

(図１ａ)



【特許請求の範囲】

【請求項１】第１、第２のプロセッシングエレメントと、該第１、第２のプロセッシングエレメントを結ぶデータ転送用のネットワークを有し、

該第１、第２のプロセッシングエレメントの各々は、主記憶と、少なくとも一つの処理装置と、少なくとも一つのＩ／Ｏ装置とを有するマルチプロセッサシステムにおいて、

上記第１のプロセッシングエレメントのＯＳが、上記第２のプロセッシングエレメント内のＩ／Ｏ装置へのアクセスを要求する前に、該第１のプロセッシングエレメントのそのＯＳが、該第２のプロセッシングエレメントのＯＳとの間でメッセージを上記ネットワークを介して交換することにより、上記第２のプロセッシングエレメント内の上記Ｉ／Ｏ装置のアクセス許可を取得し、

そのアクセス許可の取得後に上記第１のプロセッシングエレメントのＯＳが、上記第２のプロセッシングエレメント内のＩ／Ｏ装置へのアクセスを要求し、

該第１のプロセッシングエレメントのＯＳによる上記要求に応答して、該第２のプロセッシングエレメント内の上記Ｉ／Ｏ装置におけるＩ／Ｏ動作を要求するコマンドを上記第１のプロセッシングエレメントから上記第２のプロセッシングエレメントに上記ネットワークを介して転送し、

上記第２のプロセッシングエレメントにおいて、上記コマンドに応答して、その第２のプロセッシングエレメント内の上記Ｉ／Ｏ装置に上記コマンドにより要求された上記Ｉ／Ｏ動作の実行を、該第２のプロセッシングエレメント内の上記ＯＳを介さないで直接指示するＩ／Ｏ装置のアクセス方法。

【請求項２】上記第２のプロセッシングエレメントにおいて、上記Ｉ／Ｏ動作の実行結果を表す返信用コマンドを、該第２のプロセッシングエレメント内のＯＳの介入を得ないで作成し、

作成されたコマンドを上記第２のプロセッシングエレメントから該第１のプロセッシングエレメントに上記ネットワークを介して転送するステップをさらに有する請求項１記載のＩ／Ｏ装置のアクセス方法。

【請求項３】第１、第２のプロセッシングエレメントと、該第１、第２のプロセッシングエレメントを結ぶデータ転送用のネットワークを有し、

該第１、第２のプロセッシングエレメントの各々は、主記憶と、少なくとも一つの処理装置と、少なくとも一つのＩ／Ｏ装置と、そのプロセッシングエレメントを制御するＯＳから発行された、該Ｉ／Ｏ装置へのアクセス要求に応答して、該アクセス要求が指定するＩ／Ｏ動作指定情報に基づいて、該Ｉ／Ｏ装置をアクセスするＩ／Ｏ制御装置とを有するマルチプロセッサシステムにおいて、

上記第１のプロセッシングエレメント内のＯＳから発行された、上記第２のプロセッシングエレメント内のＩ／Ｏ装置へのアクセス要求に応答して、該Ｉ／Ｏ動作の実行を要求するコマンドを上記第１のプロセッシングエレメントから上記第２のプロセッシングエレメントに上記ネットワークを介して転送し、

上記第２のプロセッシングエレメントにおいて、上記コマンドに応答して、その第２のプロセッシングエレメント内の上記Ｉ／Ｏ装置に上記Ｉ／Ｏ動作の実行を指示するためのＩ／Ｏ動作指定情報を、該第２のプロセッシングエレメント内の上記ＯＳを介さないで直接生成し、

生成されたＩ／Ｏ動作指定情報を用いて該第２のプロセッシングエレメント内の該Ｉ／Ｏ制御装置を上記ＯＳを介さないで直接起動するＩ／Ｏ装置のアクセス方法。

【請求項４】上記第２のプロセッシングエレメントにおいて、上記Ｉ／Ｏ動作の実行結果を表す返信用コマンドを、該第２のプロセッシングエレメント内のＯＳの介入を得ないで作成し、

作成されたコマンドを上記第２のプロセッシングエレメントから該第１のプロセッシングエレメントに上記ネットワークを介して転送するステップをさらに有する請求項３記載のＩ／Ｏ装置のアクセス方法。

【請求項５】第１、第２のプロセッシングエレメントと、

該第１、第２のプロセッシングエレメントを結ぶデータ転送用のネットワークを有し、

該第１、第２のプロセッシングエレメントの各々は、

主記憶と、

少なくとも一つの処理装置と、

少なくとも一つのＩ／Ｏ装置と、

そのプロセッシングエレメントを制御するＯＳから発行された、該Ｉ／Ｏ装置へのアクセス要求に応答して、該アクセス要求が指定するＩ／Ｏ動作指定情報に基づいて、該Ｉ／Ｏ装置をアクセスするＩ／Ｏ制御装置とを有し、

該第１のプロセッシングエレメントは、

該第１のプロセッシングエレメントのＯＳから発行された、該第２のプロセッシングエレメント内の該Ｉ／Ｏ装置に対するアクセス要求に応答して、そのアクセス要求が指定するＩ／Ｏ動作の実行を該第２のプロセッシングエレメントに要求する少なくとも一つのコマンドを生成するコマンド生成回路と、

該コマンドを該第２のプロセッシングエレメントに該ネットワークを介して送信する回路とをさらに有し、

該第２のプロセッシングエレメントは、該第１のプロセッシングエレメントから上記コマンドが転送されたときに、該第２のプロセッシングエレメント内の上記Ｉ／Ｏ装置に上記コマンドが要求するＩ／Ｏ動作を実行させるためのＩ／Ｏ動作指定情報を、該コマンドに基づいて、かつ、該ＯＳの介入を得ないで生成し、該生成されたＩ／Ｏ動作指定情報を用いて該第２のプロセッシングエレ

メント内の上記Ｉ／Ｏ制御装置を起動するＩ／Ｏ動作指定情報作成回路をさらに有するマルチプロセッサシステム。

【請求項６】該第２のプロセッシングエレメントは、上記作成されたＩ／Ｏ動作指定情報に基づいて該第２のプロセッシングエレメント内の該Ｉ／Ｏ制御装置が、該第２のプロセッシングエレメント内の該Ｉ／Ｏ装置におけるＩ／Ｏ動作が完了した時点で、該Ｉ／Ｏ動作の実行結果を該第１のプロセッシングエレメントに通知するための返信用コマンドを作成する返信用コマンド作成回路と、

該作成された返信用コマンドを該第１のプロセッシングエレメントに該ネットワークを介して送信する回路とをさらに有する請求項５記載のマルチプロセッサシステム。

【請求項７】上記返信用コマンドは、上記第１のプロセッシングエレメントから転送された上記コマンドが書き込み動作を要求するとき、その要求された書き込み動作が正常に終了したか否かの終了状態情報を含み、上記第１のプロセッシングエレメントから転送された上記コマンドが読み出し動作を要求するとき、その要求された読み出し動作が正常に終了したか否かの終了状態情報とその要求された読み出し動作が正常に終了したときにはそのコマンドで要求されたデータとを含む請求項６記載のマルチプロセッサシステム。

【請求項８】上記コマンドは、上記第１のプロセッシングエレメントのＯＳが発行した上記アクセス要求が指定したＩ／Ｏ動作指定情報を含み、

上記Ｉ／Ｏ動作指定情報作成回路は、上記転送されたコマンドに含まれた上記Ｉ／Ｏ動作指定情報を用いて、上記コマンドが要求するＩ／Ｏ動作を実行させるためのＩ／Ｏ動作指定情報を作成する回路を有する請求項５記載のマルチプロセッサシステム。

【請求項９】上記Ｉ／Ｏ動作指定情報作成回路により生成される上記Ｉ／Ｏ動作指定情報は、該第２のプロセッシングエレメント内のＯＳが発行するＩ／Ｏ装置へのアクセス要求が指定するＩ／Ｏ動作指定情報と同じ種類の複数の項目を含む請求項８記載のマルチプロセッサシステム。

【請求項１０】該第１、第２のプロセッシングエレメントの各々内のＯＳは、ファイルシステムとデバイスドライバを含み、該ファイルシステムがファイルシステムレベルのＩ／Ｏ命令を発行し、該デバイスドライバは、このファイルシステムレベルのＩ／Ｏ命令が指定するＩ／Ｏ装置が、そのプロセッシングエレメント内にあるときには、このＩ／Ｏ命令が要求するＩ／Ｏ動作をそのプロセッシングエレメント内の上記Ｉ／Ｏ制御装置に指示するための、デバイスドライバレベルのＩ／Ｏ命令を発行するように構成され、さらにこのデバイスドライバは、上記ファイルシステムレベルのＩ／Ｏ命令が指定するＩ／Ｏ装置が、他のプロセッシングエレメント内にあるときには、このＩ／Ｏ命令が要求するＩ／Ｏ動作を指定するＩ／Ｏ動作指定情報を指定し、そのＩ／Ｏ動作の実行を当該他のプロセッシングエレメント内の上記Ｉ／Ｏ制御装置に要求するためのアクセス要求を発行するように構成され、

上記Ｉ／Ｏ動作指定情報作成回路により生成される上記Ｉ／Ｏ動作指定情報は、該第２のプロセッシングエレメント内のＯＳのデバイスドライバレベルのＩ／Ｏ命令が指定するＩ／Ｏ動作指定情報と同じ種類の複数の項目を含み、かつ、該デバイスドライバレベルのＩ／Ｏ命令が指定するＩ／Ｏ動作指定情報と同じデータ構造を有する請求項８記載のマルチプロセッサシステム。

【請求項１１】該第１のプロセッシングエレメント内のＯＳが発行するアクセス要求が指定するＩ／Ｏ動作指定情報は、データの読み出しとデータの書き込みの一方を指定する動作種別情報と、アクセスすべきＩ／Ｏ装置内のアドレスを指定するアクセス位置情報と、書き込むべきデータあるいは読み出されたデータを格納すべき、バッファ領域のアドレスを指定するバッファアドレス情報とを含み、

該生成されるコマンドは、上記アクセス要求が指定する上記Ｉ／Ｏ動作指定情報の内の上記動作種別指定情報と、上記アクセス位置情報を少なくとも含み、

該第２のプロセッシングエレメントは、上記第１のプロセッシングエレメントから要求されたＩ／Ｏ動作に使用する書き込みデータあるいは読み出しデータを一時的に格納するためのバッファ領域をさらに有し、

上記Ｉ／Ｏ動作指定情報作成回路により作成される上記Ｉ／Ｏ動作指定情報は、上記転送されたコマンドに含まれた上記動作種別指定情報と、上記アクセス位置情報と、上記バッファ領域のアドレスを含む請求項８記載のマルチプロセッサシステム。

【請求項１２】該第１のプロセッシングエレメントは、上記Ｉ／Ｏ命令がデータの書き込みを要求するときに、上記コマンドとは別に上記Ｉ／Ｏ命令が要求する書き込みデータを含む他のコマンドを該第２のプロセッシングエレメントに転送する回路をさらに有し、

該第２のプロセッシングエレメントは、

該他のコマンドが転送されたときに該バッファ領域を確保し、そのバッファ領域に該転送された他のコマンド内の書き込みデータを転送する回路をさらに有し、

該Ｉ／Ｏ動作指定情報作成回路は、該確保されたバッファ領域のアドレスをさらに使用して上記Ｉ／Ｏ動作指定情報を作成する回路を有する請求項１１記載のマルチプロセッサシステム。

【請求項１３】該第２のプロセッシングエレメントは、該転送されたコマンドがデータの読み出しを要求するときに、読み出すべきデータを保持する領域として上記バッファ領域を確保する回路をさらに有し、

該Ｉ／Ｏ動作指定情報作成回路は、該確保されたバッファ領域のアドレスをさらに使用して上記Ｉ／Ｏ動作指定情報を作成する回路を有する請求項１１記載のマルチプロセッサシステム。

【請求項１４】該第２のプロセッシングエレメントは、該データ読み出しのＩ／Ｏアクセスが終了した際に、該確保されたバッファ上に読み出されたデータを、該第１のプロセッサに返送するためのネットワークコマンドを作成する回路をさらに有する請求項１３記載のマルチプロセッサシステム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明はＩ／Ｏ装置のアクセス方法およびそのためのマルチプロセッサシステムに関する。

【０００２】

【従来の技術】計算機性能の飛躍的向上に関して、多数台のプロセッシングエレメントを並列動作させる、並列計算機が有望視されている。以下ではプロセッシングエレメントを略してＰＥと呼ぶ。とくに、独立した主記憶を持つＰＥをプロセッサ間ネットワークにより接続した疎結合並列計算機が、その台数拡張性により、注目されている。

【０００３】ここで、疎結合の並列計算機においては、ディスクなどのＩ／Ｏ装置は各ＰＥに分割して配置されるシェアードナシングアーキテクチャが主流である。したがって、ある各ＰＥがＩ／Ｏ装置への入出力アクセス（以下ではＩ／Ｏアクセスと呼ぶ）を行う場合、アクセスしようとするＩ／Ｏ装置が他のＰＥにおかれている場合がある。したがって、何らかの方法で他のＰＥにＩ／Ｏを依頼しなければならない。

【０００４】Ｉ／Ｏの一般的な動作は以下の通りである。アプリケーションプログラムが、ファイルへのアクセスを発行すると、アクセス要求は、まずＯＳの一部であるファイルシステムに伝えられる。ファイルシステムでは、ファイルの論理名を物理的なファイルの位置に変換する。それと同時にファイルシステムは、論理的なファイルに対するロック操作などのファイルの論理的な整合性を保持するための処理を行う。ファイルシステムの処理が行われた後、アクセス要求は、ＯＳの下位の機構である、デバイスドライバに伝えられる。デバイスドライバは、ファイルの物理的な記憶位置を入力として、実際に物理的なディスク装置をアクセスするためのプログラムである。ここで、デバイスドライバは、実際の装置をアクセスするために、物理的なＩ／Ｏ装置の機種に依存するのに対し、ファイルシステムの部分はＩ／Ｏ装置の機種に依存しない論理的な処理を行う。

【０００５】従来の代表的なＩ／Ｏアーキテクチャは、「ＩＢＭ：Ｓｙｓｔｅｍ　３７０Ｐｒｉｎｃｉｐｌｅ ｏｆ　Ｏｐｅｒａｔｉｏｎ」において述べられているチャネル方式がある。Ｉ／Ｏ装置へのアクセスは、ＣＰＵとは独立したＩ／Ｏ専用のプロセッサであるチャネル（Ｉ／Ｏインタフェース回路）により行われる。チャネル方式においては、ＣＰＵからチャネルへの命令の伝達は、物理的なファイルの位置を指定してアクセスが行わなければならない。従って、チャネル装置はデバイスドライバにより起動される。ＣＰＵからチャネルへの命令の伝達は以下の手順で行われる。プログラムがファイルをアクセスすると、ファイルシステムは、ファイルの物理的な記憶位置（データアドレス等）を求める。その後、デバイスドライバは、主記憶上にチャネルコントロールワード（ＣＣＷ）と呼ばれる構造体を作成し、Ｉ／Ｏアクセスの種類、データアドレス、データサイズ等の、チャネルにＩ／Ｏアクセスを指示するための命令を書き込む。その後、デバイスドライバはＩ／Ｏアクセス命令を発行し、チャネルをトリガする。チャネルは、ＣＣＷ上のアクセスパラメータを読み出し、その指示に基づいて、データの入出力を行う。アクセスが終了するとチャネルはＩ／Ｏの終了状態を主記憶上の固定領域に出力するとともに、ＣＰＵに割込を掛け、Ｉ／Ｏの終了を知らせる。このチャネルによる入出力方式は、ＣＰＵの処理と独立にＩ／Ｏアクセスを行うことができるため、広く用いられている。

【０００６】現在のパソコン、ワークステーション等におけるＩ／Ｏアクセスの多くも、基本的にはチャネルの方式を踏襲しており、以下の手順で行われる。

【０００７】（イ）ファイルシステムが論理的なファイル名より、物理的なファイルの位置を求める。

【０００８】（ロ）デバイスドライバが主記憶上にＩ／Ｏを指示するためのコントロールレコード（上記のＣＣＷに相当する）を作成する。以下ではこのコントロールレコードをＩＣＲ（Ｉ／Ｏ　Ｃｏｎｔｒｏｌ　Ｒｅｃｏｒｄ）と呼ぶ。

【０００９】（ハ）デバイスドライバがＩ／Ｏインタフェース回路（ＳＣＳＩインタフェース回路等、上記のチャネルに相当する）をトリガする。

【００１０】（ニ）Ｉ／Ｏインタフェース回路が主記憶上のコントロールレコードを読み出し、実際にＩ／Ｏ装置をアクセスする。

【００１１】（ホ）デバイスドライバはＩ／Ｏ終了割り込みを受け、アクセス結果をファイルシステムを介してアプリケーションに戻す。

【００１２】従来の疎結合の並列計算機において、他のＰＥの持つＩ／Ｏ装置に対してアクセスを行なおうとする場合、アクセス元のＣＰＵで動作するデバイスドライバは、アクセス先のＩ／Ｏインタフェース回路に対して直接指示を与えることはできない。よって、Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥに対してＩ／Ｏ装置をアクセスすることをデバイスドライバの間の、プロセッサ間通信を用いて依頼しなければならない。

【００１３】したがって、以下の手順でアクセスを行う必要がある。

【００１４】Ａ　ファイルシステムの処理

（Ａ１）アクセス元のＰＥのファイルシステムで、ファイルの論理的な名前より、物理的な記憶位置を求めようとした結果、ファイルは他のＰＥの持つディスク上に存在すると判断される。

【００１５】（Ａ２）アクセス元のＰＥのファイルシステムは、Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥのファイルシステムとプロセッサ間通信を用いて相談を行い、ファイルの物理的な記憶位置を教えてもらうとともに、ファイルのアクセス権を獲得する。

【００１６】（Ａ３）アクセス元のＰＥのファイルシステムは、デバイスドライバに対して、（Ａ２）で得られたファイルの位置などの情報を用いて、他のＰＥの持つファイルをアクセスすることを依頼する。

【００１７】（Ａ４）アクセス元のＰＥのデバイスドライバは、Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥのデバイスドライバに対して、プロセッサ間通信を用いて、ファイルの物理的な記憶位置を指定して、ファイルをアクセスすることを依頼する。

【００１８】Ｂ　Ｉ／Ｏ動作の実行

（Ｂ１）Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥのＯＳは、処理（Ａ４）のプロセッサ通信を受け取ると、メッセージ受信割込処理の中で、他のＰＥのデバイスドライバからＩ／Ｏアクセスを依頼されたことを検出する。そこで、依頼されたＩ／Ｏアクセスを処理するために、プロセッサ間通信で送られてきたファイルの物理的位置などの情報を用いて、デバイスドライバを起動する。

【００１９】（Ｂ２）　Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥのデバイスドライバは、、主記憶上にＩ／Ｏを指示するためのコントロールレコード（ＩＣＲ）を作成する。

【００２０】（Ｂ３）　Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥのデバイスドライバがＩ／Ｏインタフェース回路をトリガする。

【００２１】（Ｂ４）　Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥのＩ／Ｏインタフェース回路が主記憶上のコントロールレコードを読み出し、実際にＩ／Ｏ装置をアクセスする。

【００２２】（Ｂ５）Ｉ／Ｏアクセスが終了し、Ｉ／Ｏ終了割り込みを受けた、Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥのデバイスドライバは、プロセッサ間通信を用いて、Ｉ／Ｏアクセス結果を、アクセス元のＰＥに送る。

【００２３】Ｃ　Ｉ／Ｏ実行結果の取り込み

（Ｃ１）アクセス元のプロセッサのデバイスドライバは（Ｂ５９）で送られた結果を、ファイルシステムを介してて、アプリケーションに戻す。

【００２４】以上の手順により、任意のＰＥが、任意のＩ／Ｏ装置をアクセスすることが可能になり、データの位置を意識しない柔軟なプログラミングが実現できる。但し、同じファイルを何回もアクセスした場合には、ファイルシステム管理のための処理（Ａ１）（Ａ２）は省くことができ、実際にデータをアクセスするためのデバイスドライバ間の処理（Ａ３）～（Ｃ１）のみを行えばよい。

【００２５】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、他のＰＥへのＩ／Ｏアクセスが行われた場合、Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥのＯＳは、上記処理（Ｂ１）から（Ｂ３）および処理（Ｂ５Ｃ）という二つの中継処理を実行しなければならない。このため、このＰＥが本来実行していた仕事が滞るという問題点が有る。

【００２６】さらに、これらの処理はメッセージの到着割込、Ｉ／Ｏの終了割込という非同期な割込を契機にＯＳが実行しなければならないため、上記の処理のオーバヘッドの他に、割込によるアプリケーションプログラムからＯＳへの空間切替の非常に重いオーバヘッドも発生する。

【００２７】従来の科学技術用の並列計算機においては、プログラムの挙動は予め予想することができる、定型的な処理が中心である。したがって、上記の問題に対しては、Ｉ／Ｏ装置のデータをあらかじめアクセスを行うＰＥに割り振ることにより他のＰＥの持つＩ／Ｏ装置へのアクセスをなるべく抑えたり、他のＰＥのＩ／Ｏ装置へのアクセスをなるべく大きな単位でまとめて行う等の工夫を行い、他ＰＥのＩ／Ｏ装置へのアクセス回数を極力おさえることが可能であった。

【００２８】しかし、近年実用化されている、データベースなどのプログラムを並列マシンで実行する場合、Ｉ／Ｏ装置へのアクセスはデータベースの内容、データベースへの検索条件により大きく変化するため、予想することはできない。したがって、科学技術計算で行われていたような、データの分割、アクセスのブロック化などの手法で、他ＰＥへのＩ／Ｏアクセスを削減することは不可能である。従って、他のＰＥの持つＩ／Ｏ装置へのアクセスが頻発してしまうと考えられる。特に、特定のＰＥへのＩ／Ｏアクセスが集中すると、アクセスされたＰＥのＣＰＵがほとんど他ＰＥのＩ／Ｏの中継処理のために使われてしまい、プログラムの実行効率が大幅に低下する。

【００２９】従って、本発明の目的は、あるＰＥが他のＰＥの持つＩ／Ｏ装置をアクセスする際に、当該他のＰＥのＯＳの介入を得ないでそのＩ／Ｏ装置をアクセスできるマルチプロセッサシステムを提供することである。

【００３０】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、アクセス先のＰＥのＯＳが行っていた中継処理を、そのＯＳの介入を得ないで直接ハードウエアで実行させる。

【００３１】すなわち、本発明によるＩ／Ｏ装置アクセス方法では、アクセス元のＰＥのＯＳが、他のＰＥ内のＩ／Ｏ装置へのアクセスを要求する前に、アクセス元の

ＯＳからアクセス先のＰＥ内のＩ／Ｏ装置をアクセスする許可を、アクセス元のＯＳが、アクセス先のＯＳとの間で上記ネットワークを介したメッセージパッシングにより取得する。

【００３２】このアクセス許可の取得後に、アクセス先のＰＥ内のＩ／Ｏ装置におけるＩ／Ｏ動作を要求するコマンドをアクセス元のＰＥからアクセス先のＰＥに、これらのＰＥを結ぶネットワークを介して転送する。アクセス先のＰＥにおいては、上記コマンドに応答して、そのＰＥ内のＩ／Ｏ装置に上記コマンドにより要求されたＩ／Ｏ動作の実行をアクセス先のＰＥ内のＯＳの介入を得ないで起動する。さらに、より望ましくは、読み出されたデータ等のアクセス結果を、アクセス先のＰＥのＯＳの介入を得ないで起動する。

【００３３】さらに、本発明による他の望ましい態様では、アクセス元のＰＥのＯＳから発行されたＩ／Ｏ装置へのアクセス要求が、他のＰＥ内のＩ／Ｏ装置へのアクセスを要求するとき、アクセス先のＰＥ内のＩ／Ｏ装置におけるＩ／Ｏ動作を要求するコマンドをアクセス元のＰＥからアクセス先のＰＥに、これらのＰＥを結ぶネットワークを介して転送する。アクセス先のＰＥにおいては、上記コマンドに応答して、そのＰＥ内のＩ／Ｏ制御装置に指示するためのＩ／Ｏ動作指定情報を、そのＰＥ内のＯＳを介さないで直接生成し、生成されたＩ／Ｏ動作指定情報を用いてこのＩ／Ｏ制御装置を起動する。

【００３４】さらに、本発明によるマルチプロセッサシステムでは、アクセス元のＰＥは、そのＰＥ内のＯＳから発行された、アクセス先のＰＥ内のＩ／Ｏ装置におけるＩ／Ｏ動作を要求するアクセス要求に応答して、そのＩ／Ｏ動作の実行を要求する少なくとも一つのコマンドを生成し、アクセス先のＰＥにネットワークを介して転送する回路有し、アクセス先のＰＥは、アクセス元のＰＥから上記コマンドが転送されたときに、アクセス先のＰＥ内のＩ／Ｏ装置に上記コマンドが要求するＩ／Ｏ動作を実行させるためのＩ／Ｏ動作指定情報を、このコマンドに基づいて、かつ、このアクセス先のＰＥのＯＳの介入を得ないで生成し、生成されたＩ／Ｏ動作指定情報を用いて上記Ｉ／Ｏ制御装置を起動する回路を有する。

【００３５】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るマルチプロセッサシステムを図面に示した実施の形態を参照してさらに詳細に説明する。

【００３６】＜発明の実施の形態＞

（１）装置の概要

図１ａは本発明に係るプロセッサ間通信方法を適用するためのマルチプロセッサシステムの概略ブロック図である。本システムは、複数のプロセッシングエレメント（以下、ＰＥと呼ぶことがある）、例えば１００、２００（これらはＰＥ０、ＰＥ１５と呼ぶことがある）が、ネットワーク９００により接続され、各ＰＥは同じ構造を有する。すなわち、各ＰＥは、ＣＰＵ１１０及び主記憶１３０、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０、Ｉ／Ｏ装置１２１を持つ。各ＰＥ内の主記憶１３０は、このシステムに共通の主記憶の一部を構成し、そのＰＥで実行されるプログラムおよびデータを保持するもので、このシステムはいわゆる分散メモリ型の並列計算機システムである。Ｉ／Ｏ装置１２１は、本実施の形態ではディスク記憶装置などの記憶装置であるが他の入出力装置でもよい。なお、図にはＩ／Ｏ装置は一つしか図示していないが、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０には複数のＩ／Ｏ装置が接続されていてもよい。Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０は、ＣＰＵでのＩ／Ｏ命令が実行されたときに、Ｉ／Ｏ装置１２１へのアクセスコマンドを発行する回路で、ここでは、バス１２１ａは、ＳＣＳＩバスであり、Ｉ／ＯインタフェースＩ回路１２０はＳＣＳＩインタフェース回路上に形成されたディスク制御装置である。１０２は、送信コマンド処理回路、１０１は受信コマンド処理回路、１０３は受信したコマンドに応答してＩ／Ｏ装置１２１への起動を要求する回路であり、いずれも本実施の形態に特有の回路であり、各ＰＥが他のＰＥ内のＩ／Ｏ装置をアクセスするときに、当該他のＰＥ内のＣＰＵを介さないで直接Ｉ／ＯインタフェースＩ回路１２０を介してＩ／Ｏ装置１２１をアクセスするのに使用される。

【００３７】（２）入出力動作の概要

この並列計算機システムの複数のＰＥ内のＩ／Ｏ装置１２１は、データベースを分散して保持し、各ＰＥ内の主記憶１３０は、このデータベースを利用するためのアプリケーションプログラムと、オペレーティングシステムおよびそれらが使用するデータを保持する。オペレーティングシステムには、アプリケーションプログラムからの入出力装置へのアクセス要求を処理するファイルシステムと、そのファイルシステムからの入出力要求を処理するデバイスドライバとが含まれる。

【００３８】本実施の態様における入出力動作の概要は以下の通りである。

【００３９】（ａ）アクセス元のＰＥ内のデバイスドライバの起動

アクセス元のＰＥ内のファイルシステムは、アプリケーションプログラムから発行された入出力要求に応答して、Ｉ／Ｏ命令（ファイルシステムレベルのＩ／Ｏ命令）を発行して、アクセス元ＰＥ内のデバイスドライバを起動する。

【００４０】（ｂ）アクセス元ＰＥ内のＩ／Ｏ装置のアクセス

アクセス元ＯＳ内のデバイスドライバは、起動されると、上記Ｉ／Ｏ命令が指定するファイルがアクセス元のＩ／Ｏ装置１２１内にあるか否かを判別し、そのファイルがアクセス元のＩ／Ｏ装置１２１内にあるときには、デバイスドライバでは、このＩ／Ｏ命令が指定する、そ

のファイルの物理的な記憶位置を用いて、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０を起動するＩ／Ｏ命令（デバイスドライバレベルのＩ／Ｏ命令）を発行し、この回路１２０がＩ／Ｏ装置１２１内のこの記憶位置をアクセスする。

【００４１】（ｃ）他のＰＥ内のＩ／Ｏ装置のアクセス上記ファイルシステムレベルのＩ／Ｏ命令が指定するファイルがアクセス元のＩ／Ｏ装置１２１内にないときには、アクセス元のＰＥのデバイスドライバは、以下のようにして、他のアクセス先のＰＥ内のＩ／Ｏ装置を、アクセス先のＰＥ内のＯＳを介さないでアクセスするためのネットワーク起動命令を発行する。以下では、以上の処理の詳細を述べる。

【００４２】（３）アクセス元のＰＥのファイルシステムの動作の詳細

（ａ１）アクセス元ＰＥ内のファイルシステムは、アプリケーションプログラムから発行された入出力要求に応答して、主記憶１３０上に、読み出しデータあるいは書き込みデータを格納するためのバッファ領域を確保する。

【００４３】（ａ２）アプリケーションプログラムが指定した、ファイルの論理的な名前より、そのファイルの物理的な記憶位置を求める。

【００４４】（ａ３）その物理的な記憶位置から、そのファイルがアクセス元のＩ／Ｏ装置１２１内にあるか否かを判別する。そのファイルがアクセス元のＩ／Ｏ装置１２１内にあるときには、さらに、ファイルのロック処理などのファイル管理を行う。

【００４５】（ａ４）そのファイルがアクセス元のＩ／Ｏ装置１２１内にないときには、アクセス元のファイルシステムは、そのファイルを保持するＩ／Ｏ装置を有する他のＰＥのファイルシステムとの間で、プロセッサ間通信を用いて交信し、そのファイルの物理的な位置を教えて貰うとともに、そのファイルのアクセス権を当該他のＰＥ内のファイルシステムより確保する。

【００４６】アクセス元のファイルシステムとアクセス先のファイルシステムの間のプロセッサ間通信は、アクセス元のデバイスドライバとアクセス先のデバイスドライバとを介して、メッセージパッシングにより実行される。このとき、アクセス元ＰＥおよびアクセス先ＰＥ内の送信コマンド処理回路コマンド１０２と受信コマンド処理回路１０１、Ｉ／Ｏ起動回路１０３が使用される。この時の装置動作の詳細は後に説明する。

【００４７】（ａ５）そのファイルをアクセスするためのＩ／Ｏ命令を発行し、アクセス元ＯＳ内のデバイスドライバを起動する。

【００４８】すなわち、アクセス元のＰＥ内のファイルシステムは、読み出しアクセスあるいは書き込みアクセスの動作を指定するＩ／Ｏ動作指定情報（以下では、Ｉ／Ｏコントロールレコード（ＩＣＲ）と呼ぶ）を作成し、主記憶１３０上のあらかじめ定められたレコード格納領域に格納する。その後、このレコード格納領域のアドレスを指定するＩ／Ｏ命令を発行し、アクセス元のＯＳ内のデバイスドライバを起動する。

【００４９】読み出しアクセスのためのＩ／Ｏコントロールレコードは、図１０に示されるように、フィールド４００１にコマンド、フィールド４００２内に先に確保された読み出し用のバッファのアドレス、フィールド４００３に、読み出すべきデータの長さ、フィールド４００４に、アクセスすべきＩ／Ｏ装置の番号及びその装置内のアクセスすべきデータの記憶位置を含む。フィールド４００１内のコマンドは、読み出すべきファイルが自ＰＥ内にあるか否かにより、読み出しコマンドＲあるいはリモート読み出しコマンドＲＲとなる。

【００５０】書き込みアクセスのためのＩ／Ｏコントロールレコードは、図１１に示されるように、フィールド４００１にコマンドを含み、フィールド４００２は、先に確保された書き込み用のバッファ内に書き込まれた書き込みデータのアドレスを保持する。他のフィールドは、読み出しアクセスのためのＩ／Ｏコントロールレコードと同じ内容を含む。フィールド４００１内のコマンドは、アクセスすべきファイルが自ＰＥ内にあるか否かにより、書き込みコマンドＷあるいはリモート書き込みコマンドＲＷとなる。

【００５１】読み出しアクセスのためのＩ／Ｏコントロールレコード（図１０）および書き込みアクセスのためのＩ／Ｏコントロールレコード（図１１）のいずれの場合にも、フィールド４００４に保持されたＩ／Ｏ装置番号は、全てのＰＥ内の複数のＩ／Ｏ装置に対してユニークに定められた番号であり、アクセス元ＰＥのデバイスドライバは、このＩ／Ｏ装置番号から、その番号のＩ／Ｏ装置が属するＰＥを判別する。

【００５２】（４）アクセス元ＰＥ内のＩ／Ｏ装置のアクセスの詳細

アクセスすべきファイルがアクセス元のＰＥ内にあるときには、アクセス元ＰＥは上記処理（ｂ）を実行する。ここでは、以下の処理が実行される。

【００５３】（ｂ１）アクセス元ＰＥ内のデバイスドライバは、上記Ｉ／Ｏ命令に応答して、この命令が指定するＩ／ＯコントロールレコードのアドレスをＣＰＵＩＣＲアドレスレジスタ１２５に書き込む命令を発行した後、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０を起動するデバイスレベルのＩ／Ｏ命令を発行する。ＣＰＵは、上記書き込み命令に応答して、このアドレスをレジスタ１２５にバス１１５を介して書き込み、さらに、上記デバイスレベルのＩ／Ｏ命令に応答して線１１０ａ、ＯＲゲート１２２を介してＩ／Ｏインタフェース回路１２０を起動する。線１１０ａ上の起動信号は、さらに直接Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０に供給され、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０の起動元を識別するのに使用される。

【００５４】（ｂ２）Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０

は、線１１０ａ上の起動信号により起動されると、信号１２３ｓを通じてセレクタ１２３を切り換えて、ＣＰＵＩＣＲアドレスレジスタ１２５からＩ／Ｏコントロールレコードのアドレスを読み出し、主記憶１３０からバス１１５を介してＩ／Ｏコントロールレコードをフェッチする。その後、このレコードが読み出しコマンドＲを含むときには、Ｉ／Ｏ装置１２１からデータを読み出し、このレコードにより指定された、主記憶内１３０内の読み出しバッファに書き込む。さらに、Ｉ／Ｏの終了状態信号１２０ａを終了書込回路１２６に出力する。このレコードが書き込みコマンドＷを含むときには、主記憶内のバッファ領域から書き込みデータを読み出し、このレコードにより指定された、Ｉ／Ｏ装置１２１内の記憶位置に書き込む。さらに、Ｉ／Ｏの終了状態信号１２０ａを終了書込回路１２６に出力する。

【００５５】（ｂ３）終了書込回路１２６は、マイクロコンピュータにより構成され、図１６のフローを有するプログラムを実行する。すなわち、実行したコマンドが、自ＰＥ内のＩ／Ｏ装置への読み出しコマンドＲあるいは書き込みコマンドＷのいずれかであるか否かを判定する（ステップ５４０１）する。今の場合には、実行したコマンドは読み出しコマンドＲまたは書き込みコマンドＷと仮定しているので、主記憶１３０上の、Ｉ／Ｏ終了状態を書き込むための固定のＩ／Ｏ終了状態領域に終了状態を書き込み（ステップ５４０２）、その後線１２７ｓを通じてマルチプレクサ１２７をＣＰＵ側に切り換え、完了信号１２６ａをマルチプレクサ１２７、線１２７ａ、ＯＲゲート１１１、線１１１ａを通じてＣＰＵにＩ／Ｏ終了割込として送出する（ステップ５４０３）。

【００５６】（ｂ４）この後は従来と同様に、ファイルシステムがこの割り込みに応答して、読み出されたデータを要求元のアプリケーションプログラムに引き渡す。

【００５７】（５）他ＰＥ内のＩ／Ｏ装置へのアクセスの詳細

アクセスすべきファイルがアクセス元のＰＥ以外の他のＰＥ内にあるときには、上記処理（ｃ）は以下のようにして実行される。

【００５８】（ｃ１）ネットワーク起動命令の発行

アクセス元のＰＥ内のデバイスドライバは、アクセス元ＰＥ内のファイルシステムが発行した上記Ｉ／Ｏ命令が指定するＩ／Ｏ動作の実行を要求するために、アクセス先ＰＥに以下のようにして一組のネットワークコマンドを送信することを要求する。すなわち、各ネットワークコマンドを指定するトランスファーコントロールワード（以下、ＴＣＷとよぶ）を主記憶１３０上に作成した後に、このＴＣＷをＣＰＵＴＣＷアドレスレジスタ１９３に書き込む命令を発行する。その後、ネットワーク起動命令を発行し、そのＴＣＷが指定するコマンドの送信を要求する。この動作を異なるネットワークコマンドに関して順次行う。

【００５９】（ｃ２）ネットワークコマンドの送信

アクセス元ＰＥ内のＣＰＵは、各ＴＣＷに対する書き込み命令を実行すると、そのＴＣＷのアドレスをＣＰＵＴＣＷアドレスレジスタ１９３（図１Ｃ）にバス１１５を介して書き込み、その後にネットワーク起動命令を実行すると、送信起動信号を、線１１０ｂ、ＯＲゲート１２７ｂを通じて送信コマンド処理回路１０２を起動する。すなわち、リモートコマンド組立送信回路１９０は、信号１９２ｓを通じてセレクタ１９２を切り換え、ＣＰＵＴＣＷアドレスレジスタ１９３からＴＣＷアドレスを読み出し、このアドレスを使用して主記憶１３０からＴＣＷを読み出し、そのＴＣＷに従い、送信すべきコマンドパケットを作成し、ネットワーク９００に送出する。こうして、一つのネットワークのコマンドの送信を終えると、同じ動作を他のＴＣＷに関して行う。

【００６０】（ｃ３）ネットワークコマンドの処理

アクセス先のＰＥでは、受信コマンド処理回路１０１と、Ｉ／Ｏアクセス起動要求回路１０３がネットワーク９００から転送された一組のネットワークコマンドを、アクセス先のＰＥのＯＳを介さないで直接処理し、アクセス先のＰＥ内のＩ／Ｏインタフェース回路１２０を起動する。この一組のネットワークコマンドが、データの書き込みに対するものであるときには、これらの一組のネットワークコマンドの一つは、書き込みデータを含み、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０はこの一つのネットワークコマンドに含まれた書き込みデータをＩ／Ｏ装置１２１に書き込む。また、この一組のネットワークコマンドが、データの読み出しに対するものであるときには、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０はこの一組のネットワークコマンドにより要求されるデータをＩ／Ｏ装置１２１から読み出す。読み出したデータを含むネットワークコマンドをネットワーク９００を介してアクセス元ＰＥに転送する。

【００６１】（ｃ４）返信用コマンドの送信

アクセス先のＰＥでの上記コマンドの実行結果をアクセス元のＰＥに通知するコマンドをパケットの形で返送する。

【００６２】（ｃ５）返信用コマンドの処理

アクセス元のＰＥでは返送されたコマンドを実行する。

【００６３】（５Ａ）他のＰＥ内のＩ／Ｏ装置へのデータの書き込み動作の詳細

アクセス元のファイルシステムが発行したＩ／Ｏ命令がデータの書き込み命令である時には、上記処理（ｃ）は以下のように実行される。この場合には、アクセス元のデバイスドライバは、データ書き込みコマンドＷＤおよびＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷを送ることを要求する。

【００６４】（ｃ１Ａ１）データ書き込みコマンドＷＤ用ＴＣＷの作成

先ず、データ書き込みコマンドＷＤを送信するためのＴ

ＣＷを主記憶１３０上に作成する。このＴＣＷは、図４に示すフォーマットを有し、宛先フィールド２００１はアクセスすべきＩ／Ｏ装置を持つＰＥの番号を示す。フィールド２００２は、データ書き込みコマンドWDを含み、データアドレス２００４は、主記憶１３０上の書込データの先頭アドレスを指し、フィールド２００５２２０５は、そのデータのデータ長を指す。

【００６５】（ｃ２Ａ１）データ書き込みコマンドWD用パケットの送信

リモートコマンド組立送信回路１９０は、このＴＣＷが作成された後にデバイスドライバから発行されたネットワーク起動命令に応答して、このＴＣＷのアドレスを先に述べた方法で読み出し、データ書込コマンドWD用のパケット（図5）を作成し、ネットワーク９００を介して宛先フィールド３００１のＰＥに送信する。ここで、フィールド３００２は、送り元ＰＥの番号を含み、この番号はレジスタ１９１から与えられる。フィールド３００３はコマンドWDを含み、む。ここで、３００１～３００６をパケットヘッダと呼ぶ。フィールド３００７から３００８は転送すべき書き込みデータを含む。このデータは、リモートコマンド組立送信回路１９０がＴＣＷに従い主記憶１３０から読み出す。その他のフィールドは図４のものと同様である。

【００６６】（ｃ３Ａ１）受信データの主記憶への格納

アクセス先ＰＥ内の受信コマンド処理回路１０１では、リモートコマンドパケット受信分解回路１７０（図１ｂ）がこのデータ書き込みコマンドWD用のパケットを分解し、データ書き込みコマンドWDを線１７０ｄにおよびパケットのヘッダ情報を線１７０ｈに、書き込みデータを線１７０ｇにそれぞれ出力する。受信コマンド処理回路１０１では、バッファアドレスポインタ１８５は、受信した書き込みデータを格納するための、主記憶１３０上にあらかじめ定められたバッファ領域内の空き領域の先頭アドレスを保持する。このアドレスポインタの内容は、リモートデータ書き込み回路１８０および後に説明するＩＣＲ作成回路１４０により更新されるようになっている。なお、このバッファ領域は以下の述べる読み出しデータその他の、リモートからのＩ／Ｏアクセス関連するデータを主記憶に保持するのにも使用される。なお、バッファ領域は、ＰＥ間の通信のためにあらかじめ主記憶上に確保されるバッファ領域とは別のバッファ領域を使用することが望ましい。

【００６７】リモートデータ書込回路１８０はマイクロコンピュータにより構成され、リモートコマンドパケット受信分解回路１７０から受信したコマンドが入力されるごとに、図１２に示すフローを有するプログラムを実行する。すなわち、受信したコマンドがデータ読み出しコマンドＲＤか否かを判定する（ステップ５００１）。今の場合、受信したコマンドはデータ書き込みコマンドWDであるため、バッファアドレスポインタ１８５内のポインタを線１８５ａを介して読み出し、主記憶１３０内にこのアドレスから始まるバッファ領域をアロケートした後（ステップ５００４）、受信した書き込みデータ（１７０ｇ）をこのバッファに書き込む（ステップ５００５）。その後、線１８１ｓを通じてマルチプレクサ１８１を切り換え、ステップ５００４でアロケートしたバッファのアドレスを線１８０ａを介してWDデータアドレスレジスタ１８２に書込む（ステップ５００７）。さらに、線１８５ａを介して、バッファアドレスポインタ１８５を受信したデータの長さだけ更新する。以上の処理により、データ書き込みコマンドWD用のパケットの送信及び処理が終了する。

【００６８】（ｃ１Ａ２）Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯW用ＴＣＷの作成

アクセス元のデバイスドライバは、次に、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯWを送信するためのＴＣＷを主記憶１３０上に作成する。このＴＣＷは、図６に示すフォーマットを有し、フィールド２００２は、コマンドＩＯWを含み、フィールド２００４は、上記Ｉ／Ｏ命令が措定した前記のＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲのアドレスを含み、フィールド２００５はこのレコードの長さを含む。アクセス元のデバイスドライバは、このＴＣＷに対する前述の書き込み命令とネットワーク起動命令を発行する。

【００６９】（ｃ２Ａ２）Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯW用パケットの送信

アクセス元のＣＰＵは、この書き込み命令とネットワーク起動命令を前述した方法で実行して、このＴＣＷのアドレスをＣＰＵＴＣＷアドレスレジスタ１９３に書き込み、リモートコマンド組立送信回路１９０をトリガする。リモートコマンド組立送信回路１９０は、データ書き込みコマンドの場合と同様にして、図７に示すフォーマットの、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯW用のパケットを作成し、ネットワーク９００に送信する。このパケットのフィールド３００７から３００８は、上記ＴＣＷが指定したＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを含む。

【００７０】（ｃ３Ａ２）Ｉ／Ｏ装置へのアクセスの実行

アクセス先ＰＥ内のリモートコマンドパケット受信分解回路１７０は、このパケットを分解し、ＩＯWコマンド解読信号を線１７０ｂに、パケットのヘッダ情報を線１７０ｈに、Ｉ／ＯコントロールレコードＩＣＲを線１７０ｇに出力する。

【００７１】ＩＣＲ作成回路１４０は、マイクロコンピュータにより構成され、リモートコマンドパケット受信分解回路１７０からＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯWあるいは後述するＩ／Ｏ装置読み出しコマンドＩＯRの解読信号が線１７０ｂあるいは１７０ｃから入力されるごとに、図１４に示すフローを有するプログラムを実行

し、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０に与えるべき新たなＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを作成し、このＩ／Ｏインタフェース回路１２０を起動する。この新たなＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲは、リモートコマンドパケット受信分解回路１７０から線１７０ｇを介して与えられる受信したＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを使用して作成され、受信したＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲがデータ読み出し用（図１１）かあるいはデータ書き込み用（図１２）かにより、図１１あるいは図１２のフォーマットを有する。今の例では、図１１のフォーマットのＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを作成する。

【００７２】すなわち、まず、バッファアドレスポインタ１８５より、作成されるＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを格納するための領域をアロケートした後（ステップ５２０１）、受信したコマンドがＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷか否かを判定（ステップ５２０２）する。今の場合には、受信したコマンドがＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷであるので、ステップ５２０３において以下のようにしてＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを作成する。まず、このレコードのフィールド４００１には、リモートデータ書き込みコマンドＲＷを格納し、書込バッファアドレスフィールド４００２には、先に送信されたデータ書き込みコマンドＷＤを受信したときに、ＷＤデータアドレスレジスタ１８２に記憶されたアドレスを使用する。このアドレスは、受信した書込データが書き込まれた主記憶内のバッファ領域のアドレスである。従って、受信したパケット（図７）内のフィールド３００７から３００８に含まれていたＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲ（図１１）内の書き込みアドレスバッファ４００２は使用されないことが分かる。さらに、ステップ５２０３において作成されるＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲのフィールド４００３、４００４には、受信したＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲ内のデータ長およびＩ／Ｏ装置番号、アクセスデータの物理的な記憶位置をそのまま使用する。この様に、作成されたＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲは、アクセス先のＰＥ内のファイルシステムがデータ書き込みのためのＩ／Ｏ命令を発行する前に生成するＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲと同じデータ構造を有する。作成された新たなＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを主記憶装置１３０に格納し、リモートＩＣＲアドレスレジスタ１２４（図１Ａ）に線１４０ｂを介してその格納アドレスをセットした後（ステップ５２０４）、完了信号１４０ａを出力し（ステップ５２０５）、ＯＲゲート１２２を介してＩ／Ｏインタフェース回路１２０を起動する。完了信号１４０ａは、さらに直接Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０に供給され、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０の起動元を識別するのに使用される。

【００７３】Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０は、完了信号１４０ａにより起動されると、信号１２３ｓを通じてセレクタ１２３を切り換え、リモートＩＣＲアドレスレジスタ１２４に保持されたアドレスを使用した、作成されたＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを主記憶１３０から読み出す。その読み出されたレコードにより指定された書込データバッファアドレスを使用して、先に受信した書き込みデータを主記憶１３０から読み出して、Ｉ／Ｏ装置１２１へ書き込む。Ｉ／Ｏ装置１２１へのアクセスが終了すると、Ｉ／Ｏ終了状態信号１２０ａを出力する。

【００７４】（ｃ４Ａ）ステータスコマンドストアコマンド用パケットの返送

返信用ＴＣＷ作成回路１５０は、マイクロコンピュータにより構成され、先にリモートコマンドパケット受信分解回路１７０により線１７０ｂあるいは１７０ｃにＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷの解読信号あるいはＩ／Ｏ装置読み出しコマンドＩＯＲの解読信号が出力されたときに、それらのコマンドの実行と並行して、図１５に示すフローを有するプログラムを実行し、それらのコマンドの実行後に送信されるべき返信用パケットの作成に使用される返信用ＴＣＷを作成する。すなわち、図１５に示すフローにおいて、先ず、バッファアドレスポインタ１８５を用いて返送用ＴＣＷを格納するための領域をアロケートした後（ステップ５３０１）、受信したコマンドがＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷか否かを判別する（ステップ５３０２）。今の場合には、受信したコマンドがＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷであるので、図８で示すステータスコマンドストアコマンドＳＴを送付するためのＴＣＷを作成する（ステップ５３０３）。すなわち、ＴＣＷの宛先領域２００１には、信号１７０ｈを通じて送られてきたＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷの送り元ＰＥ番号を格納し、フィールド２００２には、このアクセス先ＰＥの番号を格納し、フィールド２００３には、ステータスコマンドストアコマンドＳＴを格納し、フィールド２００５にはデータ長として値０を格納する。その後、この作成したＴＣＷを主記憶１３０に格納し、その格納アドレスを返信用ＴＣＷレジスタ１９４にセットする（ステップ５３０４）。

【００７５】終了書込回路１２６は、マイクロコンピュータにより構成されＩ／Ｏ装置１２１へのアクセスが終了したことに伴いＩ／Ｏインタフェース回路１２０がＩ／Ｏ終了状態信号１２０ａを出力したときに起動され、図１６に示されたフローを有するプログラムを実行する。すなわち、ステップ５４０１において、今回実行されたコマンドが、読み出しコマンドあるいは書き込みコマンドＷではなく、リモート書き込みコマンドであると判断すると、信号１２６ｂを通じて、実行されたコマンドが正常に終了したか否かを表す終了状態を終了状態レジスタ１９５に書き込む（ステップ５４０４）。さらに、信号１２７ｓを通じてマルチプレクサ１２７を送信

コマンド処理回路１０２側に切り換えると同時に完了信号１２６ａを出力し、線１２７ｂ、ＯＲゲート１９６、線１９６ａを通じて送信コマンド処理回路１０２内のリモートコマンド組立送信回路１９０をトリガする（ステップ５４０５）。線１２７ａ上の起動信号は、また、起動元を識別するための信号として直接リモートコマンド組立送信回路１９０に供給される。

【００７６】リモートコマンド組立送信回路１９０は、線１２７ｂ上の起動信号により起動されると、信号１９２ｓを通じてセレクタ１９２を切り換え、返信用ＴＣＷアドレスレジスタ１９４内のアドレスを読み出し、このアドレスを使用して主記憶１３０から、先に作成された返信用ＴＣＷを読み出す。さらに、終了状態レジスタ１９５から終了状態を読み出し、このＴＣＷと終了状態とから、返送すべきステータスコマンドストアコマンドＳＴ用のパケット（図９）を完成し、アクセス元のＰＥに送出する。

【００７７】（ｃ５Ａ）ステータスコマンドストアコマンドの実行

アクセス元のＰＥでは、リモートコマンドパケット受信分解回路１７０により、このコマンドＳＴ用のパケットを分解し、ＳＴコマンド解読信号を線１７０ｆに、パケットのヘッダ情報を線１７０ｈに出力する。

【００７８】状態書込回路１６０は、マイクロコンピュータにより構成され、ステータスコマンドストアコマンドＳＴの解読信号あるいは後に述べるリードコマンドＲＤの解読信号が線１７０ｆあるいは線１７０ｅから供給される度に、図１３に示すフローを有するプログラムを実行する。すなわち、線１７０ｆに出力された、パケットのフィールド３００６内の終了状態を主記憶１３０上のＩ／Ｏ終了状態領域に書き込み（ステップ５１０１）、受信したコマンドがステータスコマンドストアコマンドＳＴか否かを判定し（ステップ５１０２）、今の場合のように受信したコマンドがステータスコマンドストアコマンドＳＴの場合、完了信号１６０ａを出力し、ＯＲゲート１１１ａ経由で、ＣＰＵにＩ／Ｏ終了割込をかける（ステップ５１０３）。その後は、この割り込みに応答して、アクセス元のファイルシステムが、従来と同様に、上記Ｉ／Ｏ終了状態領域に書き込まれた終了状態を読み出し、先に発行したＩ／Ｏ命令の実行が完了したか否かを判別する。

【００７９】以上の処理により、アクセス元のＰＥは、リモートＰＥの持つＩ／Ｏ装置へ、そのＰＥのＯＳの介入を得ないで、直接データを書き込むことができる。

【００８０】（５Ｂ）他のＰＥ内のＩ／Ｏ装置からのデータの読み出し動作の詳細

次に、他ＰＥの持つＩ／Ｏ装置への読出アクセスのときに実行される上記処理（ｃ）を、上記書き込みアクセス時にとの相違点を中心に説明する。

【００８１】（ｃ１Ｂ）Ｉ／Ｏ装置読み出しコマンドＩＯＲ用ＴＣＷの作成

この読み出し動作のために、アクセス元のＰＥ内のファイルシステムが上記処理（ａ）で作成するＩ／Ｏコントロールレコードは、図１０に示すフォーマットを有し、フィールド４００１内にリモート読み出しコマンドＲＲを含む。アクセス元のＰＥ内のデバイスドライバは、作成上記処理（ｃ１）において、このＩ／Ｏコントロールレコードを使用して、図６に示すＩ／Ｏ装置読み出しコマンドＩＯＲ用のＴＣＷを作成する。このＴＣＷは、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷ用のＴＣＷと同じフォーマットであり、そのＴＣＷと同様に作成される。

【００８２】（ｃ２Ｂ）Ｉ／Ｏ装置読み出しコマンドＩＯＲ用パケットの送信

その後、アクセス元のＣＰＵはネットワーク９００にこのコマンド用のパケットを送出する。このパケットは、図７に示すように、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷ用のパケットと同じフォーマットを有し、パケットの送出手順もそのパケットの場合と全く同じである。

【００８３】（ｃ３Ｂ）Ｉ／Ｏ装置読み出しコマンドＩＯＲの実行

アクセス先ＰＥでは、リモートコマンドパケット受信分解回路１７０により、このパケットを分解し、Ｉ／Ｏ装置読み出しコマンドＩＯＲの解読信号を線１７０ｃに、パケットのヘッダ情報を線１７０ｈに、Ｉ／ＯコントロールレコードＩＣＲを線１７０ｇを出力する。ＩＣＲ作成回路１４０は、図１４に示すフローに基づき、送付されたＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを使用してＩ／Ｏインタフェース回路１２０を起動する。

【００８４】すなわち、まず、バッファアドレスポインタ１８５より、ＩＣＲを受信するための領域をアロケートした後（ステップ５２０１）、受信したコマンドがＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷでないと判定する（ステップ５２０２）と、バッファアドレスポインタ１８５より、Ｉ／ＯコントロールレコードＩＣＲのデータ長フィールド（図１０、４００３）の値の大きさのバッファをアロケートする（ステップ５２０６）。このバッファは、Ｉ／Ｏ装置１２１から読み出されたデータを一時的に格納するために用いられる。その後、このバッファのアドレスを示すＲＤアドレス信号を線１４０ｃを介して返信用ＴＣＷ作成回路１５０に出力する（ステップ５２０７）。このＲＤアドレス信号は、後で説明する返信用ＴＣＷを作成するために用いられる。さらに、ステップ５２０８において、受信したコマンドを実行するために、図１０に示すフォーマットを有する、リモート読み出しコマンドＲＲ用の新たなＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲを作成する。すなわち、上記バッファのアドレスを、この新たなレコードの読出バッファアドレスフィールド４００２として使用し、送付されたＩ／ＯコントロールレコードＩＣＲのデータ長（４００３）、Ｉ／Ｏ装置番号及びアクセスデータの物理的な記憶位置（４０

０４）も使用する（ステップ５２０８）。この新たなＩ／Ｏコントロールレコード ＩＣＲは、アクセス先のＰＥ内のファイルシステムがデータ読み出しのためのＩ／Ｏ命令を発行する前に作成するものと同じ構造を有する。その後リモートＩＣＲアドレスレジスタ１２４に作成したレコードのアドレスをセットした後（ステップ５２０４）、完了信号１４０ａを出力し（ステップ５２０５）、Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０を起動する。

【００８５】Ｉ／Ｏインタフェース回路１２０は、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷの場合と同様にして、Ｉ／Ｏ装置への読出アクセスを行い、Ｉ／Ｏ装置から読み出されたデータを、主記憶１３０に保持された、先に作成されたＩ／ＯコントロールワードＩＣＲ内の読出バッファアドレスフィールド４００２を使用して主記憶１３０上のバッファ領域に書き込む。その後の動作はＩ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷの場合と同様である。

【００８６】（ｃ４Ｂ）リードコマンド用パケットの返送

返信用ＴＣＷ作成回路１５０では、図１５に示すフローに基づいて、先ず、バッファアドレスポインタ１８５を用いて返送用ＴＣＷを格納するための領域をアロケートした後（ステップ５３０１）、実行されたコマンドが、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷでないことを判定する（ステップ５３０２）と、図２で示すデータ読み出しコマンドＲＤを送付するためのＴＣＷを作成する（ステップ５３０５）。すなわち、リモート書込アドレス２００３には、このコマンドにより送られてきた後に、信号１７０ｇを通じてリモートコマンド受信分解回路１７０より伝達された、受信したＩ／Ｏコントロールレコード（図１０）内の読出バッファアドレス４００２が含まれる。このアドレスは、アクセス元ＰＥにおいて、Ｉ／Ｏ装置から読み出されたデータを格納するための主記憶内アドレスである。さらにデータアドレス２００４は、ＲＤアドレス信号１４０ｃで送られてきたＩ／Ｏ装置１２１から先に読み出されたデータを格納したバッファのアドレスが格納される。その他のフィールドは、実行されたコマンドが、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷの場合に作成されるＴＣＷ（図４）と同じである。その後、返信用ＴＣＷレジスタ１９４に作成したＴＣＷのアドレスをセットする（ステップ５３０４）。

【００８７】リモートコマンド組立送信回路１９０は、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷの場合と同様にして、Ｉ／Ｏアクセスの終了により送信が起動されると、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷの場合と同様にして、データ読み出しコマンドＲＤ用のパケット（図３）を作成し、アクセス元のＰＥに送出する。但し、Ｉ／Ｏ装置書き込みコマンドＩＯＷの場合と異なり、このパケットには、Ｉ／Ｏ装置１２１から主記憶１３０に読み出されたデータが含められる。

【００８８】（ｃ５Ｂ）データ読み出しストアコマンドの実行

アクセス元のＰＥでは、リモートコマンドパケット受信分解回路１７０により、このパケットを分解し、データ読み出しコマンドＲＤの解読信号を線１７０ｅに出力し、パケット内の読み出しデータを線１７０ｇに出力する。パケットのヘッダ情報を線１７０ｈに出力する。ＲＤ信号を受け取った状態書込回路１６０では、図１３に示すフローに基づき、主記憶１３０上のＩ／Ｏ終了状態領域にパケットの状態領域３００６の値を書き込む（ステップ５１０１）。さらに、受信したコマンドがステータスコマンドストアコマンドＳＴでないことを判定し（ステップ５１０２）、処理を終了する。

【００８９】リモートデータ書込回路１８０では、ＲＤコマンド解読信号に応答して、図１２に示すフローに基づき、受信したコマンドがデータ読み出しコマンドＲＤであることを判定し（ステップ５００１）、受信したパケットのリモート書込アドレスフィールド３００４の示す主記憶１３０上の領域に、受信したパケットのデータフィールド内の読み出しデータを書き込んだ後（ステップ５００２）、完了信号１８０ｂを出力し、信号１１１ａ経由でＣＰＵにＩ／Ｏ終了割込をかける。その後は、この割り込みに応答して、アクセス元のファイルシステムが、従来と同様に、上記Ｉ／Ｏ終了状態領域に書き込まれた終了状態を読み出し、先に発行したＩ／Ｏ命令の実行が完了したか否かを判別する。完了した場合には、読み出されたデータを要求もとのアプリケーションプログラムに引き渡す。

【００９０】以上の処理により、アクセス元のＰＥのファイルシステムは、リモートＰＥの持つＩ／Ｏ装置から、そのＰＥのＯＳの介入を得ないで自ＰＥのバッファ領域に直接データを読み出すことができる。

【００９１】（６）メッセージパッシング

上記処理（ａ）で、プロセッサ間通信に使用される、メッセージパッシング用のコマンドＭＰとその処理について説明する。先ず、アクセス元のファイルシステムは、主記憶１３０上に他のＰＥに転送したいデータを主記憶１３０上に作成した後に、コマンドＭＰのためのＴＣＷ（図４）を作成した後、ＴＣＷのアドレスをＣＰＵＴＣＷアドレスレジスタ１９３に書き込む命令を発行する。ここで、データアドレス２００４は転送するデータの先頭アドレスである。さらに、ネットワーク起動命令を発行する。ＣＰＵは上記書き込み命令を実行してレジスタ１９３にＴＣＷのアドレスを書き込み、ネットワーク起動命令を実行したときに、送信起動信号を線１１０ｂ、ＯＲゲート１９６、線１９６ａを通じて送信コマンド処理回路１０２内のを通じリモートコマンド組立送信回路１９０をトリガする。線１１０ｂ上の起動信号は、また、起動元を識別するための信号として直接リモートコマンド組立送信回路１９０に供給される。その後は、前述のデータ書き込みコマンドＷＤの場合と同様にして、

このコマンドを含む図５のパケットを送信先ＰＥに転送する。

【００９２】送信先ＰＥでは、このパケットを受信すると、リモートデータ書込回路１８０では、図１２に示すフローに基づき、前述のデータ書き込みコマンドWDの場合と同様にして、受信したデータを主記憶１３０に書き込む（ステップ５００１から５００５）。その後は、前述のデータ書き込みコマンドWDの場合とは異なり、信号１８１ｓを通じてセレクタ１８１を切り換え、ステップ５００４でアロケートしたバッファのアドレスを信号１８０ａを介してMP受信データアドレスレジスタ１８３に書込んだ後（ステップ５００８）、完了信号１８０ｂを介してＣＰＵにメッセージ受信割込をかける（ステップ５００９）。

【００９３】割込を受け取ったＣＰＵは、MP受信データアドレスレジスタ１８３を読み出すことにより、メッセージを受信したバッファアドレスを知り、受信メッセージの内容を読み出すことができる。

【００９４】以上述べたように、本実施の形態では、他のＰＥの持つＩ／Ｏ装置への、書込、読出アクセスを他のＰＥ内のＯＳを介さないで行うことが可能になる。これにより、他のＰＥのＯＳの介入を得ないで、当該他のＰＥのＩ／Ｏ装置へのアクセスを行うことが可能になり、各ＰＥ内のＣＰＵの実行効率を大幅に向上させることができる。

【００９５】＜変形例＞

本発明は以上の実施の形態に限定されるのではなくいろいろの変形例にも適用可能である。例えば、

（１）以上においては、他のＰＥ内のＩ／Ｏ装置へのデータの書き込みを要求するＩ／Ｏ命令が実行されたときには、書き込みデータコマンドとＩ／Ｏ装置書き込みコマンドとをアクセス先のＰＥに送信した。しかし、これらのコマンドの内容を一つのコマンドに含ませて送ることも可能である。

【００９６】（２）また、以上においては、ＯＳのファイルシステムがファイルの物理的な位置を求めたり、ファイルのロック処理などのファイル管理を行う。しかし、アプリケーションプログラムが直接ファイルを管理し、デバイスドライバがアプリケーションプログラムから直接呼ばれる計算機システムもある。このようなＩ／Ｏ動作はｒａｗ　Ｉ／Ｏと呼ばれる。本発明はそのようなシステムにも適用可能である。

【００９７】（３）上記実施の形態において、計算機間ネットワーク等の通信機構への入出力インタフェース回路をこのＩ／Ｏインタフェース回路１２０に付加してあるいはその代わりに使用するシステムにも本発明を適用することができる。

【００９８】（４）上記実施の形態で使用したリモートデータ書き込み回路等のいくつかの回路は、マイクロコンピュータで形成されているが、これらを専用の論理回路により構成することも可能である。

【００９９】（５）上記の実施の形態では、ＰＥ内のＣＰＵの数は１個であるが、ＰＥ内が複数のＣＰＵを持つ主記憶共有型のマルチプロセッサで構成されていても良い。

【０１００】（６）上記の実施の形態では、Ｉ／Ｏ装置をアクセスするのは、該当するマルチプロセッサシステム内の他のＰＥのＣＰＵであったが、計算機間のネットワークにつながった他の計算機からのアクセス要求に関しても、本発明は適用可能である。

【０１０１】ここで、該当する外部の計算機が接続されているのは、Ｉ／Ｏ装置を持つＰＥそのものでも、他のＰＥでも良い。

【０１０２】（７）（６）において他のＰＥに接続された計算機間ネットワークの先の計算機からアクセスされる場合、内部ネットワーク９００を通じてＩ／Ｏ装置を持つＰＥにアクセス要求を転送する必要があるが、その際の内部ネットワークと外部ネットワークの乗り換えにも本発明の技術を使用することができる。

【０１０３】

【発明の効果】本発明によれば、複数のプロセッシングエレメントからなる計算機システムにおいて、他のＰＥの持つＩ／Ｏ装置にアクセスする際に、他ＰＥのＩ／Ｏインタフェース回路に対してＩ／Ｏ装置を持つＰＥのＣＰＵの助けをかりずにハードウェアで直接起動できる。

【図面の簡単な説明】

【図１ａ】本発明のＩ／Ｏアクセス方式を実現する計算機システムの概略ブロック図である。

【図１ｂ】図１ａのシステムに使用する受信コマンド処理回路の概略ブロック図である。

【図１ｃ】図１ａのシステムに使用する送信コマンド処理回路の概略ブロック図である。

【図２】ネットワークへＲＤコマンドを出すためのＴＣＷのフォーマットである。

【図３】ネットワーク上のＲＤコマンドのパケットフォーマットである。

【図４】ネットワークへMPもしくはWDコマンドを出すためのＴＣＷのフォーマットである。

【図５】ネットワーク上のMPもしくはWDコマンドのパケットフォーマットである。

【図６】ネットワークへＩＯＲもしくはＩＯＷコマンドを出すためのＴＣＷのフォーマットである。

【図７】ネットワーク上のＩＯＲもしくはＩＯＷコマンドのパケットフォーマットである。

【図８】ネットワークへＳＴコマンドを出すためのＴＣＷのフォーマットである。

【図９】ネットワーク上のＳＴコマンドのパケットフォーマットである。

【図１０】Ｉ／ＯインタフェースにＲもしくはＲＲコマンドを出すためのＩＣＲのフォーマットである。

【図１１】Ｉ／Ｏインタフェース回路にＷもしくはＲＷコマンドを出すためのＩＣＲのフォーマットである。

【図１２】リモートデータ書込回路１８０の動作のフローチャートである。

【図１３】状態書込回路１６０の動作のフローチャートである。

【図１４】ＩＣＲ作成回路１４０の動作の動作のフローチャートである。

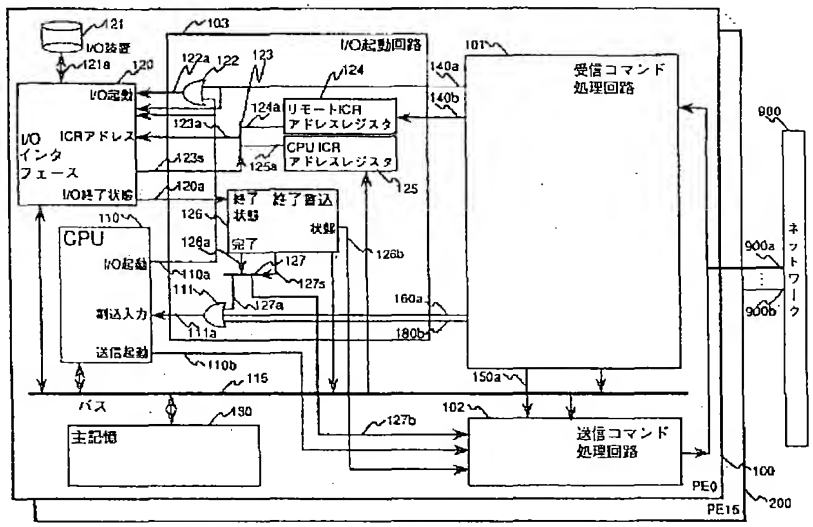
【図１５】返信用ＴＣＷ作成回路１５０の動作の動作のフローチャートである。

【図１６】終了書込回路１２６の動作の動作のフローチャートである。

【符号の説明】

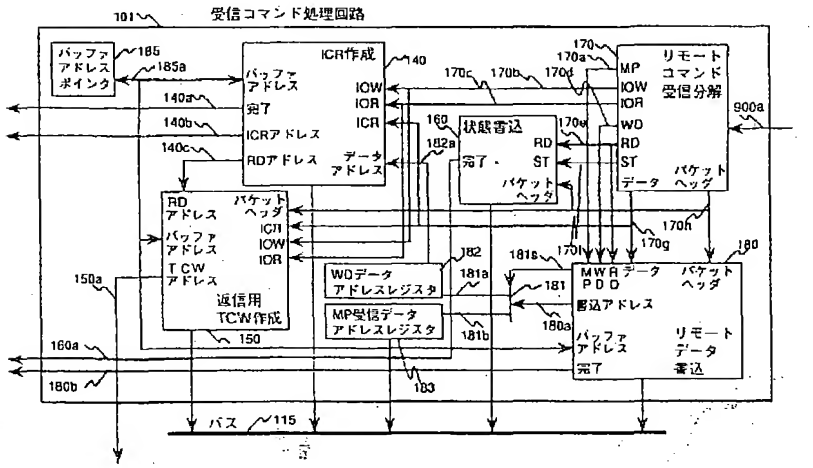
１００、２００……プロセッシングエレメント（ＰＥ）

【図１ａ】



【図１ａ】

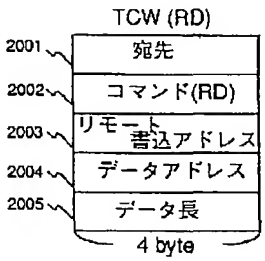
【図１ｂ】



【図１ｂ】

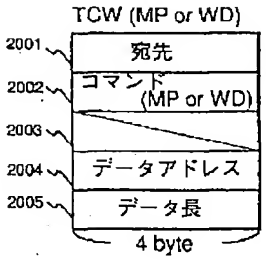
【図２】

（図２）



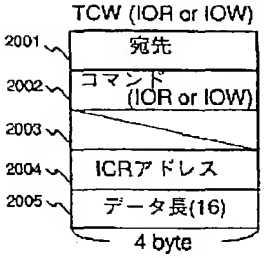
【図４】

（図４）

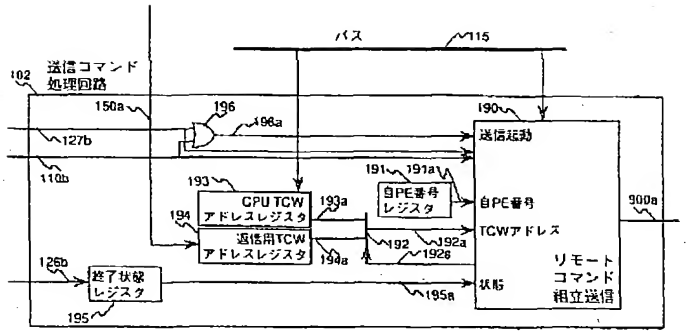


【図６】

（図６）

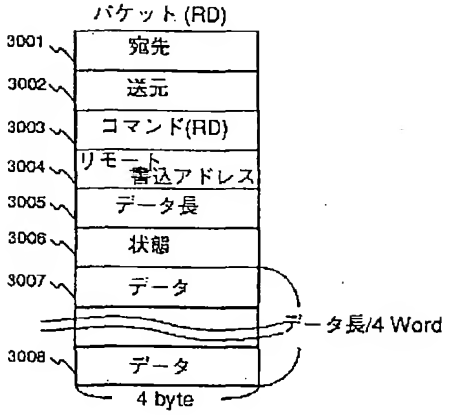


【図１ｃ】



【図３】

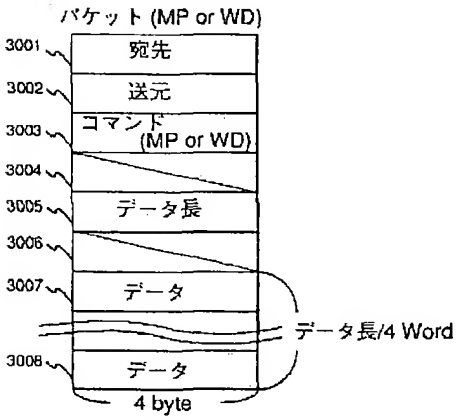
（図３）



（図１ｃ）

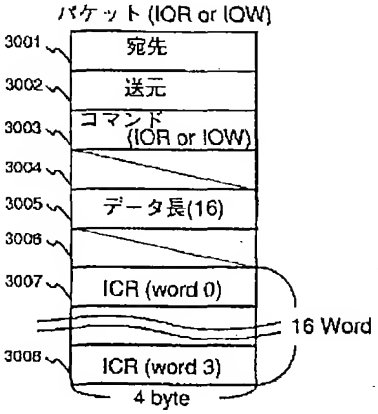
【図５】

（図５）



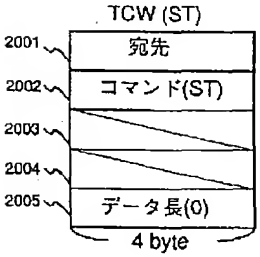
【図７】

（図７）



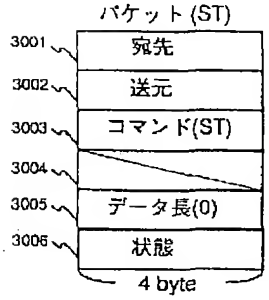
【図８】

（図８）



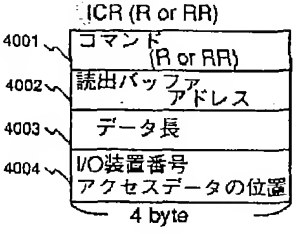
【図９】

（図９）



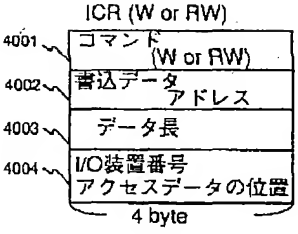
【図１０】

（図１０）



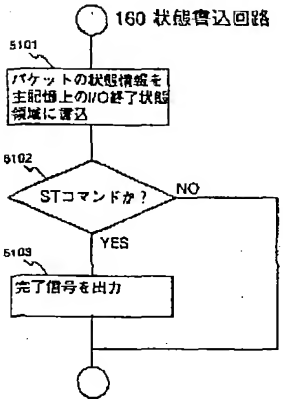
【図１１】

（図１１）



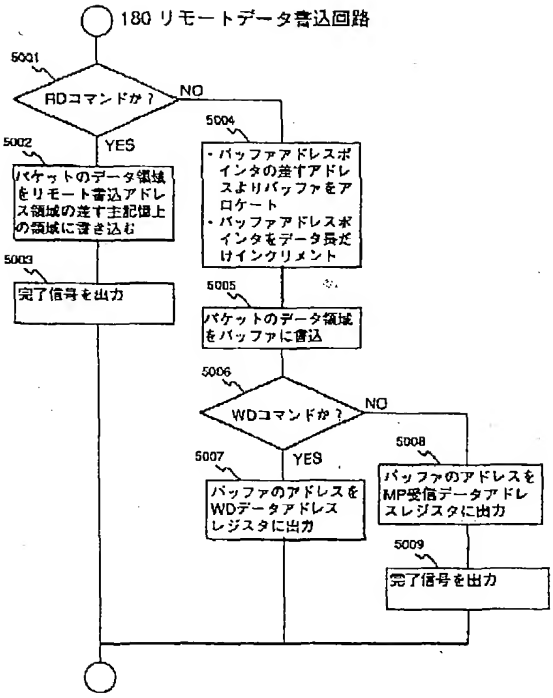
【図１３】

（図１３）



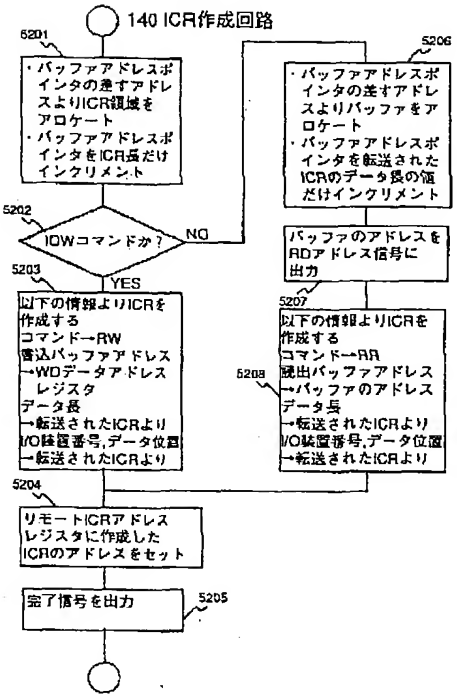
【図１２】

（図１２）



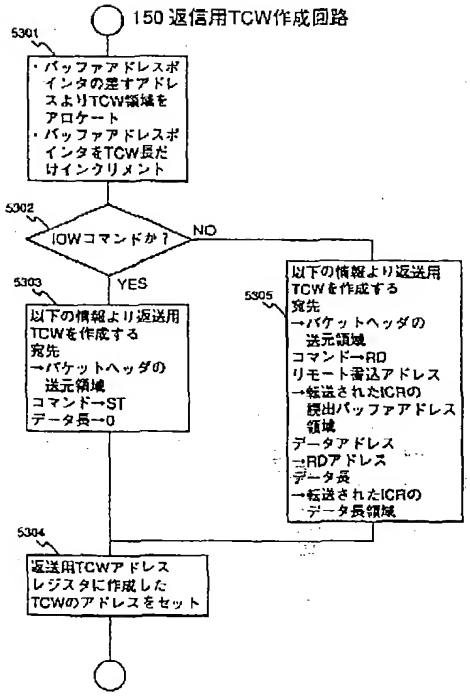
【図１４】

（図１４）



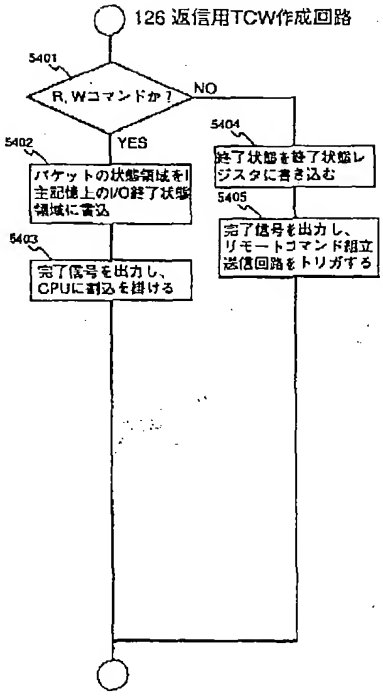
【図１５】

（図１５）



【図１６】

（図１６）



フロントページの続き

(72)発明者　樋口　達雄
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者　村橋　英樹
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内